Fritz Müller, patrono da Ecologia

Por Luiz Roberto Fontes

Ecologia é o ramo da ciência que estuda as interações das populações de organismos, entre si e com o ambiente.

O termo (derivado do grego *oikos* = casa e *logos* = estudo) foi criado pelo zoólogo alemão **Ernst Haeckel** (1834-1919) em 1866, no livro *Morfologia geral dos organismos: princípios gerais da ciência das formas orgânicas, fundamentados mecanicamente pela teoria da descendência reformada por Charles Darwin*, em dois volumes e assim definido (vol. 2, pág. 286): "P*or ecologia, entendemos toda a ciência das relações do organismo com o mundo externo circundante, com a qual podemos relacionar todas as "condições de existência" em um sentido mais amplo.*" Ele criou a ecologia como subdivisão da fisiologia (vol., 1, pág. 237), relativa às "relações do organismo com o mundo exterior" e diferenciada da fisiologia interna, que se relaciona à "conservação ou autopreservação" e às "relações entre as partes individuais do organismo". Não era um conceito de disciplina, e sim de morfologia adaptativa às condições de existência, as quais "*são parcialmente orgânicas, parcialmente inorgânicas por natureza*; *... são da maior importância para a forma dos organismos, porque os obrigam a se conformar a elas. As condições inorgânicas de existência às quais todo organismo deve se adaptar incluem, em primeiro lugar, as propriedades físicas e químicas de seu local de residência, o clima (luz, calor, umidade e condições do ar da atmosfera), os alimentos inorgânicos, a natureza da água e o solo etc.*"

O conceito de disciplina veio em 1895, na obra do botânico dinamarquês **Eugen Warming** (1841-1924), *Ecologia das plantas*, mostrando como espécies diferentes em várias regiões do mundo respondem de maneira similar em ambientes equivalentes. O livro foi traduzido para o alemão em 1896, para o polonês em 1900, para o russo independentemente em 1901 e 1903, e para o inglês em 1909, disseminando-se assim o conceito moderno de ecologia e incitando o progresso dessa disciplina, em anos vindouros, com novos conceitos como sucessão ecológica, ecossistema e outros. Warming viveu de 1863 a 1866 em Lagoa Santa/MG, como auxiliar do naturalista dinamarquês Peter Wilhelm Lund (1801-1880), pai da paleontologia e da arqueologia no Brasil, e lá ganhou experiência estudando a enorme diversidade de plantas no ambiente do cerrado brasileiro.

Um fato importante, porém, passou despercebido na história da ecologia. Trata-se do estudo "*Ituna* e *Thyridia*. ▶

Figura 1. Fritz Müller, em 1877.

Um exemplo notável de mimetismo em borboletas”, realizado em Santa Catarina pelo naturalista teuto-brasileiro **Fritz Müller** (1822-1897; **Figura 1**) e publicado em 1879 no periódico alemão *Kosmos*. Nesse artigo, o autor apresenta o fenômeno que, mais tarde e em sua homenagem, seria conhecido por mimetismo mülleriano: duas espécies de borboletas se assemelham e ambas são impalatáveis pelo sabor desagradável, sendo rejeitadas pelo predador (**Figura 2)**. Esse tipo de mimetismo difere da forma clássica, descrita pelo naturalista inglês Henry Walter Bates (1825-1892) em 1862 para borboletas amazônicas, em que espécies palatáveis se assemelham a borboletas de sabor desagradável e, assim, não serão caçadas. As duas formas de mimetismo, o batesiano e o mülleriano, demonstram uma adaptação aperfeiçoada pelo mecanismo da seleção natural, e apoiam essa proposição do naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882) para a sua Teoria da Evolução das Espécies. Mas a publicação de Fritz Müller também apresenta outras duas inovações.

A primeira é a demonstração matemática da vantagem do novo tipo de mimetismo para a espécie com população menor, que sofre menor perda com o mimetismo. Esse é o **primeiro modelo matemático de dinâmica populacional,** apresentado ao mundo (**Figura 3**).

A segunda novidade, e que embasa o modelo matemático, é a proposta de que o **predador aprende** a reconhecer as presas nas caçadas, rejeitando as de sabor desagradável e depois buscando apenas as apetitosas. Para esse aprendizado, ocorre a eventual morte da presa impalatável, que foi ferida na caçada.

Esse artigo foi tão sensacional para o entomólogo inglês Raphael Meldola (1849-1915), que ele o apresentou na reunião da Sociedade Entomológica de Londres de 4 de junho de 1879, presidida pelo próprio Henry Bates, que era um dos três vice-presidentes da Sociedade. Mas o júbilo do jovem entomólogo não encontrou eco na assembleia de cientistas. Talvez irresignado, ele traduziu o artigo para o inglês, sendo publicado no mesmo ano nos *Proceedings* da Sociedade (1979, pág. XX-XXIX), com as objeções apresentadas por dois naturalistas.
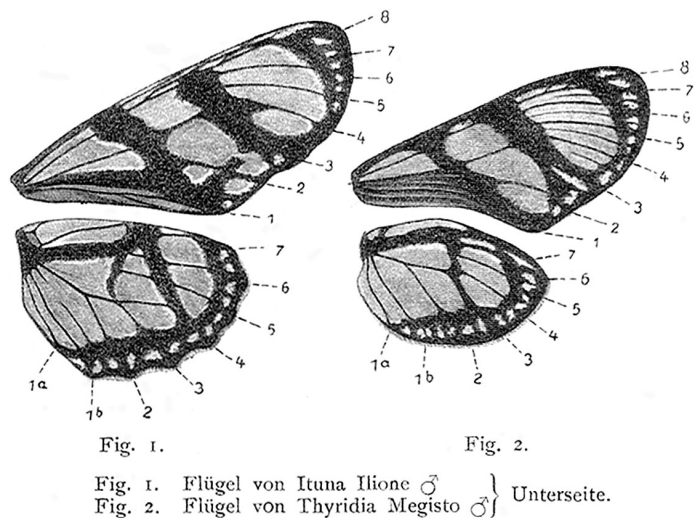
Figura 2. Asas de borboletas miméticas, no artigo de 1879.

1) Seien a_1 und a_2 die Zahlen zweier ungeniessbaren Schmetterlingsarten in einem bestimmten Bezirk während eines Sommers, und sei n die Zahl der Schmetterlinge einer wohl unterschiedenen Art, die im Laufe des Sommers verzehrt werden, bis deren Ungeniessbarkeit allgemein bekannt ist.

Wären die beiden Arten ganz verschieden, so verlöre also jede n Stück. Sind sie dagegen ununterscheidbar ähnlich, so verliert die erste $\frac{a_1 n}{a_1 + a_2}$, die zweite $\frac{a_2 n}{a_1 + a_2}$

Der absolute Gewinn durch die Aehnlichkeit ist also für die erste Art $n - \frac{a_1 n}{a_1 + a_2} = \frac{a_2 n}{a_1 + a_2}$ und ebenso für die zweite $\frac{a_1 n}{a_1 + a_2}$.

Dieser absolute Gewinn, verglichen mit der Häufigkeit der Art, giebt als relativen Gewinn für die erste Art $I_1 = \frac{a_2 n}{a_1 (a_1 + a_2)}$ und für die zweite Art $I_2 = \frac{a_1 n}{a_2 (a_1 + a_2)}$, woraus sich sofort ergiebt $I_1 : I_2 = a_2^2 : a_1^2$.

I) Sendo a_1 e a_2 os números de indivíduos de duas espécies de borboletas não comestíveis numa determinada área durante um verão, e sendo n o número de borboletas de uma espécie bem diferente, que é consumida durante o verão até a sua não comestibilidade ser bem amplamente conhecida.

Se as duas espécies fossem bem diferentes, cada espécie perderia n indivíduos. Se ao contrário elas forem indistinguivelmente semelhantes, a primeira perderia $\frac{a_1 n}{a_1 + a_2}$ e a segunda $\frac{a_2 n}{a_1 + a_2}$

O ganho absoluto devido à semelhança seria para a primeira espécie $n - \frac{a_1 n}{a_1 + a_2} = \frac{a_2 n}{a_1 + a_2}$

e assim também para a segunda $\frac{a_1 n}{a_1 + a_2}$.

Esse ganho absoluto, comparado com a freqüência da espécie, dá para a primeira espécie $I_1 = \frac{a_2 n}{a_1 (a_1 + a_2)}$ e para a segunda $I_2 = \frac{a_1 n}{a_2 (a_1 + a_2)}$, do que resulta $I_1 : I_2 = a_2^2 : a_1^2$.

Figura 3. Modelo matemático de dinâmica populacional, no artigo de 1879.

O motivo do esquecimento do estudo pioneiro de Fritz Müller pode estar, justamente, nas duas teses originais, que eram muito avançadas para a época. Ocorre que a matemática não encontrava aplicação em estudos de zoologia ou história natural, e a análise numérica restou incompreendida e sequer foi discutida na reunião. Também, não se aceitava que o predador aprendesse por experimentação; o que se admitia era o instinto inato, ou seja, ele caça por instinto e não tem nada a aprender, pois esse conhecimento é herdado dos pais. Este último tema motivava discussões, cujos defensores eram rechaçados por falta de evidências acerca do aprendizado, e foi o que ocorreu com a proposição do Fritz, descartada como imprópria pelo entomólogo e ornitólogo britânico John Jenner Weir (1822-1894), que descreveu a sua experiência pessoal no assunto, pois "*dia após dia ele jogava no aviário várias larvas [de insetos], aquelas que eram comestíveis eram comidas imediatamente; as que não eram comestíveis não eram mais notadas do que se uma pedra tivesse sido atirada aos pássaros ... a experiência dos pássaros a esse respeito havia se tornado hereditária na espécie e não era o resultado da experiência de pássaros individuais, mas deveria ser considerada um ato de 'atividade cerebral inconsciente'.*"

Ainda, um terceiro motivo é que, sendo o novo mimetismo descrito para apenas duas espécies de borboletas, isso poderia não merecer o crédito do experiente Henry Bates, que havia comprovado fato diverso e para várias espécies. ▶

Figura 4. Asas de borboletas miméticas, nos padrões batesiano (6 e 7) e mülleriano (as demais), no artigo de 1881.

Ele simplesmente desconsiderou a experiência taxonômica do Fritz e, diante da complexidade do problema do mimetismo, afirmou que "*ocorreram casos em que variedades intermediárias ainda existiam, e o estudo deles deu-lhe, quando esteve na América do Sul* [1848-1859], *a pista para uma explicação que, no entanto, não abrange todo o problema*".

Pouco depois, no artigo "Casos notáveis de semelhança adquirida em borboletas", também publicado no periódico alemão *Kosmos* em 1881, Fritz Müller traz novos casos de mimetismo em borboletas catarinenses, tanto no padrão batesiano como naquele por ele definido em 1879, assim consolidando o novo modelo mimético por ele descrito (**Figura 4**).

O modelo matemático de dinâmica populacional de Fritz Müller é pioneiro no mundo científico, mas o autor não usou o termo "ecologia" e, a par da acolhida de Raphael Meldola e sua tradução para o idioma inglês, ficou esquecido. Mais tarde, a matemática finalmente se associou com a ecologia na extensa obra do "pai da ecologia moderna", o zoólogo britânico e professor nos EUA, George Evelyn Hutchinson (1903-1991).

Eugen Warming é o fundador da Ecologia e estabeleceu conceitos que levaram ao progresso desse ramo da ciência, até a complexidade que atualmente conhecemos. Fritz Müller, no conjunto de sua magnífica obra zoológica e botânica que contribuiu para consolidar a evolução das espécies nos moldes propostos por Charles Darwin, também inaugurou em 1879 a ecologia de populações e merece o título de **Patrono da Ecologia** mundial.

Luiz Roberto Fontes
é biólogo (entomólogo) e consultor.